

文章编号:1002-3682(2016)04-0069-10

基于组件技术的渔业电子海图 系统设计与实现*

夏思雨¹, 郭立新^{1,2,3*}, 杨佳伟¹, 常 亮^{1,2,3}

(1. 上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306; 2. 国家远洋渔业工程技术研究中心, 上海 201306;
3. 远洋渔业协同创新中心, 上海 201306)

摘 要: 基于对国内外渔业电子海图系统发展现状的研究, 提出了开发新型渔业电子海图系统的构成、总体方案和功能模型, 采用 IHO S-57 海图国际标准即海道测量数据传输标准 (Transfer Standard for Digital Hydrographic Data) 的电子海图, 介绍了应用 Visual C++ 2010 开发环境和 ECIVMS 组件进行系统开发的关键技术和方法。本系统的设计与实现结果表明, 软件已实现了海图物标图层显示、渔业信息查询、渔区数据库管理、渔区及作业安全等深线标绘、遥感影像加载, 实时潮汐计算及海况信息叠加显示等主要功能, 为渔业信息组网服务及构建一体化信息获取、存储、处理、表达、传输和发布平台提供了基础支持。

关键词: 渔业; 信息化; 电子海图系统; IHO S-57

中图分类号: P285.7 **文献标识码:** A **doi:**10.3969/j.issn.1002-3682.2016.04.009

渔业电子海图系统融合了计算机、数据库、网络通信、导航和其他相关技术。它是现代海洋渔业信息化的基础载体和平台, 描述了海洋地理空间、渔业生物资源和社会经济等对象的分布规律及变化特征, 是现代渔业生产、管理和研究的重要辅助决策工具。

近年来, 国外海洋渔业已经普遍采用了信息化的设备和技术^[1-2], 实现了对渔业生产、管理、经营、流通、服务等环节的数字化和可视化管理, 有效地降低了生产成本, 达到渔业资源的可持续化发展^[3]。例如, 挪威的 dKart Fishing Professional 系统以电子海图为基础平台, 它能够连接卫星导航系统、回声测深仪、雷达、船舶自动识别系统等外部硬件设备, 又融合了安全水域、渔业安全等深线、渔业危险障碍物、禁航区等信息, 可实时监测航线并实现渔场分布信息的动态记录和显示。日本研发的 Explorer Marine 系统, 也将电子海图作为基础平台, 实现渔业信息发布、渔获分析、卫星影像和 CDT 信息处理与分析等主要功能。我国目前也有一些商业化的设备和软件系统。例如, 邵全琴等^[4]设计了海洋

* 收稿日期: 2016-09-21

资助项目: 海洋公益性行业科研专项-国家远洋渔业工程技术研究中心开放基金项目——海洋渔业专题信息服务系统开发(NERCOF2014KF02); 上海市教育委员会科研创新项目——电子海洋渔业专题海图系统研究(14ZZ148)

作者简介: 夏思雨 (1992-), 女, 硕士研究生, 主要从事电子海图软件研发方面研究. E-mail: xiasiyu2014@126.com

* **通讯作者:** 郭立新 (1966-), 男, 副教授, 博士, 主要从事海图及海洋地理空间信息方面研究. E-mail: lxguo@shou.edu.cn

(王 燕 编辑)

渔业电子地图系统软件 EA2000,可制作和应用专用的渔业电子地图;赵爱博等^[5]提出并设计了渔业安全保障电子海图综合信息处理系统,在电子海图基础上,将渔船分布信息、预报警信息相叠加,能够实时显示相关海域的渔船情况;夏思雨等^[6]提出了渔业电子海图手持终端的设计方案,实现了在 Android 系统智能手机和平板电脑中海洋渔业信息的可视化应用;周旭光等^[7]开发了基于电子海图的海洋渔船导航系统,具有海图管理、显示、航线导航等主要功能。上述海图系统在保障渔船安全作业,提高生产效率等方面发挥了很好的作用。随着渔业信息交换标准成为行业内的研究热点,美国等海洋渔业发达国家正在展开相关研究,美国渔业协会(American Fisheries Society, AFS)、朱莉·德菲利匹(Julie Defilippi)、桑姆·利兹(Thom Litts)等机构和个人均提出了阶段性研究成果,但迄今为止尚未形成统一的观点^[8]。在我国,相关国家规范和标准也正在研究中。因此,尽管目前市场上海洋渔业信息服务系统产品众多,它们大多也应用电子海图系统作为信息发布的基本平台,但是受到信息共享“瓶颈”的制约,仅仅是一个初级的单机产品,与服务器和其他终端产品之间难以组成网络,从而影响渔业信息的互联互通。

因此,构建集渔业信息获取、存储、处理、传输、分布和表达为一体的平台成为了提高我国海洋渔业信息化水平的一项基础性工作^[9]。新型渔业电子海图系统从近远海的生产实际需求出发,应用了 Visual Studio 2010 开发环境和 ECIVMS 开发组件,实现了海图物标图层显示、渔业信息查询、渔区数据库管理、渔区及作业安全等深线标绘、遥感影像加载,实时潮汐计算及海况信息叠加显示等功能。该系统的创新之处主要在于:使用了国际通用的 IHO S-57 国际标准电子海图,并增加了渔场信息标绘功能。同时,系统具有非常好的适用性,兼容国际组织发布的潮汐、气象(风场、温度、气压)等信息,可同时满足近、远海作业的需要,保障渔业生产安全;系统界面友好,操作简便灵活,支持用户定制标绘各类海洋渔业专题信息;可作为单机应用,也可通过组网扩展成为一个网络终端节点,加入到海洋渔业信息服务链。

1 渔业电子海图系统的构成

渔业电子海图系统由硬件、软件和数据三部分构成。

1.1 软硬件环境

硬件部分包括计算机及相关网络等设备;软件部分则采用 Windows 7 操作系统,基于 Visual Studio 2010 开发环境和 ECIVMS 海图开发组件进行设计。

ECIVMS SDK 是电子海图显示信息系统的二次开发平台,具有如下优点:1)显示速度快;2)支持 UNICODE、GB2312、日文等多种字符集编码体系;3)支持气象 GRIB 数据读取和显示,以及实时潮汐计算。

1.2 数据部分

渔业电子海图系统的数据包括:基础海图数据、渔业信息数据、遥感影像数据、潮汐站点数据、气象数据和符号库数据。

1.2.1 基础海图数据

基础海图数据采用 IHO S-57 国际标准的海图数据。该标准由 IHO 发布,推荐各国官方海道测量部门执行^[10],以满足全球海上航行安全的需要。

1.2.2 渔业信息数据

渔业信息数据包括:范围位置信息、水体环境信息、渔业资源信息、渔业生产信息和渔业管理信息五类。

范围位置信息包含经纬度坐标、水深、地形、底质、专属经济区、领海、港口等信息。水体环境信息涵盖渔业作业环境相关水域的水文信息,包括鱼种栖息地、温度、盐度、水色、叶绿素、海流等信息;渔业资源信息包括鱼类分布及生物信息,鱼类洄游路线、丰度中心、产卵地等;渔业生产信息与渔业作业有着直接联系,主要包含了捕捞能力、渔获量、渔场分布等信息;而渔业管理信息则包含了网目尺寸、捕捞季节、捕捞权、捕捞配额、总可捕量、禁渔区、管理区域等^[11-12]。

1.2.3 遥感影像数据

遥感影像数据采用 TB 级的卫星、航空影像数据及数字高程模型(DEM)存储,可支持二维及三维显示环境下的 LOD 访问和电子海图透明叠加显示。

1.2.4 潮汐站点数据

采用了美国国家海洋和大气管理局(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)提供的(9 000 个)潮汐站点预报模型,覆盖全球主要港口,可实时计算潮汐。

1.2.5 气象数据

应用了国际气象组织(World Meteorological Organization, WMO)发布的国际标准气象数据 GRIB 文件,可动态显示多时间段的风场、温度、气压等要素信息。

1.2.6 符号库数据

按照 IHO S-52 标准^[13] ECDIS 海图内容与显示规范(Specifications for Chart Content and Display Aspects of ECDIS),设计了基础符号库(159 个物标类),并根据需要拓展了海洋渔业专题符号,如专属经济区、渔场等,见表 1 和表 2。

表 1 部分渔业点状专题要素

Table 1 Some fishery point-thematic elements

序 列	中文名称	英文全称	符 号
1	渔港标志	Fishing port mark	●
2	渔业危险适淹礁	Fishery awash rock, dangerous	⊗
3	渔业危险沉船	Fishery wreck, dangerous	⊕
4	渔船曾拖遇过的障碍物	Dragged obstacles, fishing vessel	×
5	海底深沟断层	Submarine windrow fault	⊕

表 2 部分渔业线状专题要素

Table 2 Some fishery line-thematic elements

序 列	中文名称	英文全称	符 号
1	渔场界线	Boundary line, fishing ground	——
2	渔业保护区界线	Boundary line, fishery conservation zone	- - - -
3	渔区界线	Boundary line, fishing area	——
4	渔业危险区边线	Boundary line, dangerous fishing area	⋯⋯⋯
5	渔场渔栅	Fishing stakes, fishing ground	▬▬▬▬▬▬

2 渔业电子海图系统的总体设计

渔业电子海图系统设计采用了工程化理念,以 IHO S-57 电子海图系统为基础平台,包括:电子海图、渔业信息、遥感影像信息、潮汐信息、气象信息和符号库信息输入通道(图 1),可满足用户应用工作空间管理的工作需要。

在电子海图系统中,包含了信息输入与管理、显示与图层管理、信息标绘、信息查询和其他辅助功能等模块(图 2)。其中,信息输入与管理模块主要用于对文件管理的一些操作,如打开、保存、卸载等;而海图的基本操作,如:放大、缩小、漫游等,主要封装在显示与图层管理模块中,该模块还加入了符号风格设置、晨昏、朦影等功能;

信息标绘模块主要包含图形标绘、文字标绘和符号标绘等功能,可以手动选取符号添加渔业信息类物标,描述目标海域内渔汛、鱼群动态变化;快速查询、定位和显示物标详细信息是电子海图系统中最主要的功能之一,主要包含在信息查询模块,如:物标位置、水深范围、所在海区、比例尺、所在海区磁差等;其他辅助功能模块则是主要新增了潮汐计算和渔业安全等深线设定等新功能,可根据渔船、渔汛等信息标示生产活动的范围。

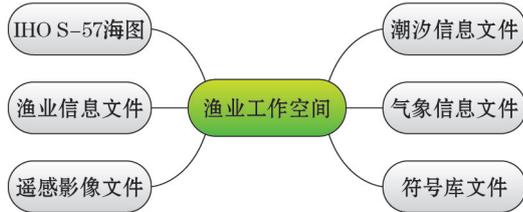


图 1 渔业工作空间模型

Fig. 1 The model of fishery working space

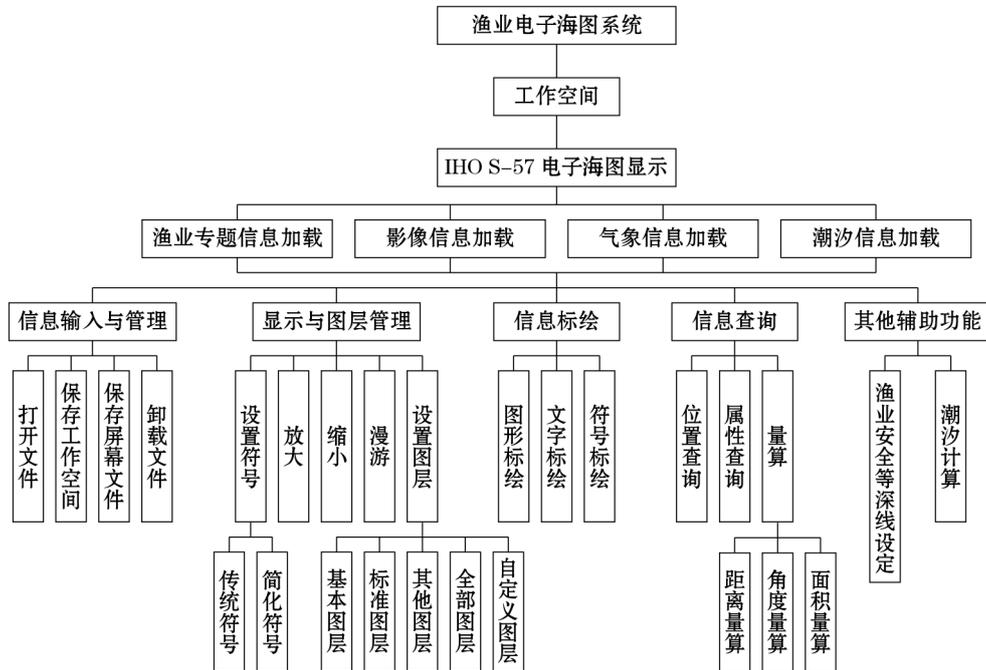


图 2 总体框架示意图

Fig. 2 Schematic diagram of the overall framework of the system

3 系统功能结构设计

3.1 信息输入与管理模块

信息输入与管理模块从数据源中获取数据,数据源包括:IHO S-57 国际标准海图数据、标绘数据、地图数据、卫星影像数据和气象数据,打开文件功能中设计了针对不同数据源的信息输入接口,并将其导入渔区工作空间中;随后,将其按特征分类进行存放,每个类型分别有各自不同的属性,存放于不同的图层中,实现对图层的管理;最后在工作空间中保存和输出海图信息(图 3)。

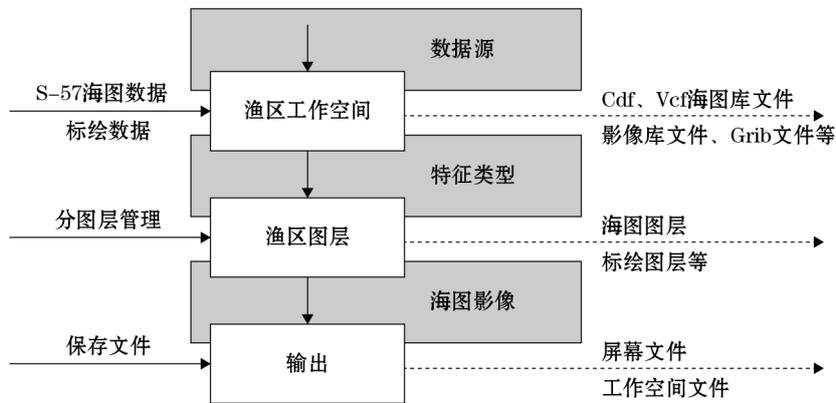


图 3 信息输入与管理模块结构示意图

Fig. 3 Structure diagram of the information input and management modules

3.2 显示与图层管理模块

显示与图层管理模块包含 3 个子模块(图 4)。在图层管理子模块,可设置基本图层、标准图层和自定义图层显示和管理;在符号风格设置子模块,设计了矢量和栅格两套符号系统,按照 IHO S-52 国际标准设计了基础矢量符号库,并可选择显示传统符号或简化符号风格,同时拓展了海洋渔业专题符号,如:专属经济区、渔场等;在显示子模块,实现了放大、缩小、漫游等基本功能。

3.3 信息标绘模块

信息标绘模块包含图形标绘子模块、文字标绘子模块和符号标绘子模块。通过新建图层,选取点、线、面图形或字体、符号样式,既可以手动添加渔业信息符号,描述相关海域内渔汛、鱼群动态变化,同时也可以读取数据库文件,实现渔汛、鱼群等信息的自动标绘。

3.4 信息查询模块

该模块可通过物标名称、位置等查询水深范围、所在海区、比例尺、所在海区磁差、基准面和投影类型等信息,也可以进行距离、角度、面积等量算操作。

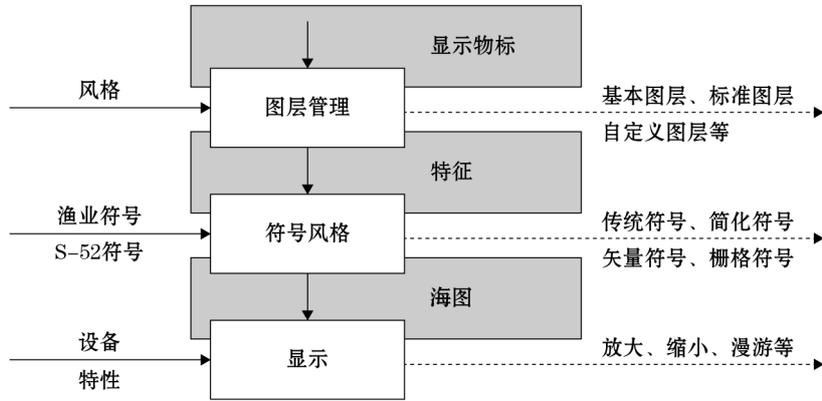


图4 图层管理与显示模块结构图

Fig. 4 Structure diagram of the layer management and display modules

3.5 其他辅助功能模块

辅助功能模块包含潮汐计算子模块和渔业安全等深线设定子模块。在潮汐计算子模块,采用 NOAA 提供的潮汐站点预报模型,可实时计算全球 9 000 多个主要港口的潮汐。渔业安全等深线设定子模块,可根据渔船、渔汛等信息标示海洋渔业生产活动范围。

4 系统中主要类的设计与实例

依据结构设计方案,系统主要功能(图5)通过主框架类 CMainFrame 调用 CEvsData-basesBar 类、CECIVMSView 类、CEvsTideBar 类和 CEvsPpgOptionsPage 类等来实现的。

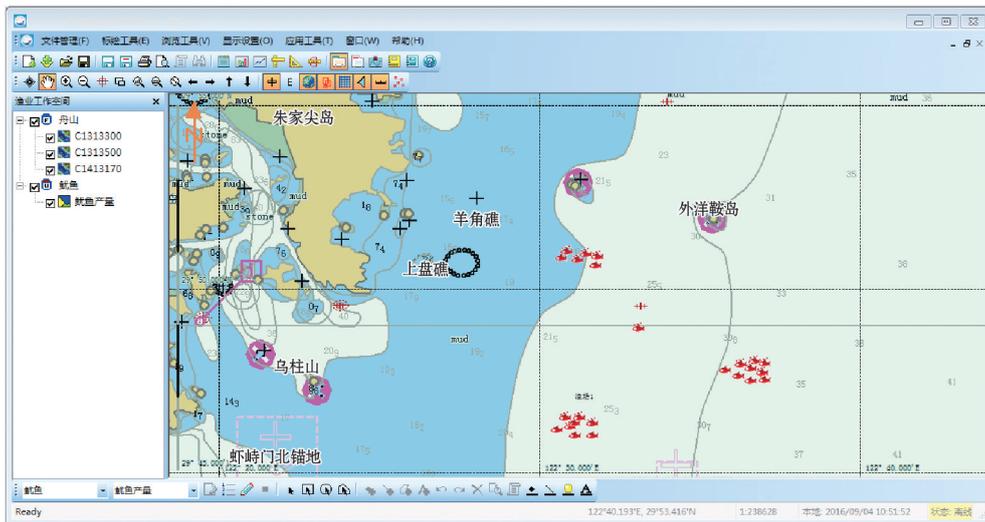


图5 系统主界面

Fig. 5 The main interface of the system

4.1 CMainFrame 类

CMainFrame 类是应用程序的主窗口,派生自 CMDIFrameWnd,它负责处理和管理窗口的功能。系统基于 CMainFrame 类,设计了自定义类:CEvsDatabasesBar 类、CE-CIVMSView 类、CEvsTideBar 类和 CEvsPpgOptionsPage 类等。其中,CEvsDatabasesBar 类用于封装信息输入与管理类函数;CECIVMSView 类用于集合显示与图层管理函数;CEvsTideBar 类和 CEvsPpgOptionsPage 类则封装了潮汐相关函数与安全等深线设置函数。

CMainFrame 类包括以下重要的成员函数:

```
protected:
afx_msg int OnCreate(LPCREATESTRUCT lpCreateStruct); // 创建界面
private:
void CreateChtGeodatabase ( CString&.csChartFileName, BOOL bViewLoad =
FALSE );
// 创建 S57 海图数据库
void CreateUptGeodatabase ( CString&.csUptFileName, BOOL bViewLoad =
FALSE );
// 创建标绘数据库
protected:
afx_msg void OnFileNewGeodatabase(); // 新建渔区数据库
afx_msg void OnFileLoadGeodatabase(); // 装载渔区数据库
.....
```

4.2 CEvsDatabasesBar 类

CEvsDatabasesBar 类封装了各类信息输入函数,如:导入数据函数 OnFileImportData、新建图层函数 OnFileCreateUptTable 等。而新建和保存工作空间的方法函数:OnFileOpenWorkspace,OnFileSaveWorkspace 等则在主框架类 CMainFrame 类中进行调用。

1)CEvsDatabasesBar 类的主要头文件如下:

```
#include "UmDs2AppUI.h" // 用户界面颜色模式调整对象
#include "UmDs2S52Presentation.h" // S52 制图表达对象
#include "UmChtGeoDatabase.h" // S57 海图数据库对象
.....
```

#include "UmPbsFile.h" // 获取文件扩展名、文件路径、文件改名、文件删除等。

2)导入数据功能函数 OnFileImportData 在 EvsDatabasesBar.cpp 中的部分代码如下:

.....

```
HTREEITEM hTreeWidgetItemDatabase = m_wndTree.GetSelectedItem();
// 获取数据库信息,可能为 S57 海图数据库对象、地图数据库对象和标绘数据库对象
int iDatabaseIndex = m_wndTree.GetItemData(hTreeWidgetItemDatabase);
// 获取此对象的索引
if (m_pFrame)
```

```
m_pFrame->ImportData(iDatabaseIndex, hTreeWidgetItemDatabase);
// 导入数据
.....
```

4.3 CECIVMSView 类

CECIVMSView 类是程序视图类,该类继承了 CUmDs2View 类,封装了对海图的一些操作。如:海图漫游函数 OnDrawPan、放大函数 OnDrawZoominWindow、缩小函数 OnDrawZoomoutWindow 等。图层管理和符号风格设置的功能主要由接口函数 SetPresentationMode 进行实现,通过传递不同的参数将实现不同的功能,如:传递参数 S52_DISPLAY_BASE 将显示基本图层、传递参数 S52_DISPLAY_STANDARD 将显示标准图层、S52SYM_MODE_SIMPLIFIED 表示简化符号、S52SYM_MODE_TRADITIONAL 表示传统符号等。

4.4 渔业作业安全等深线设置实例

渔业作业安全等深线是由船体吃水深度及作业方式(拖网、围网、刺网等)所决定的。如图 6 所示,根据不同的船体和作业方式,输入相应数值,利用电子海图 DEPART(深度带)物标中 DRVAL1(深度范围值 1)、DRVAL2(深度范围值 2)等字段值,通过差值算法得到安全等深线范围。

如羊角礁附近海域,DRVAL1 为 10 m, DRVAL2 为 20 m,通过内差计算得出图中浅绿色区域为渔业作业等深线设置为 5 m 时的安全生产范围(图 7a)。同时,分别设置 5 和 15 m 渔业作业等深线的情形,可清晰地标示出生产活动的范围,见图 7a 和图 7b。

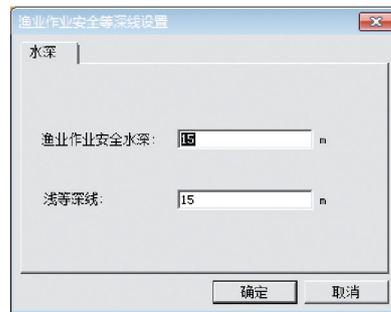


图 6 渔业作业安全等深线设置

Fig. 6 Isobath settings for the fishery safety operation

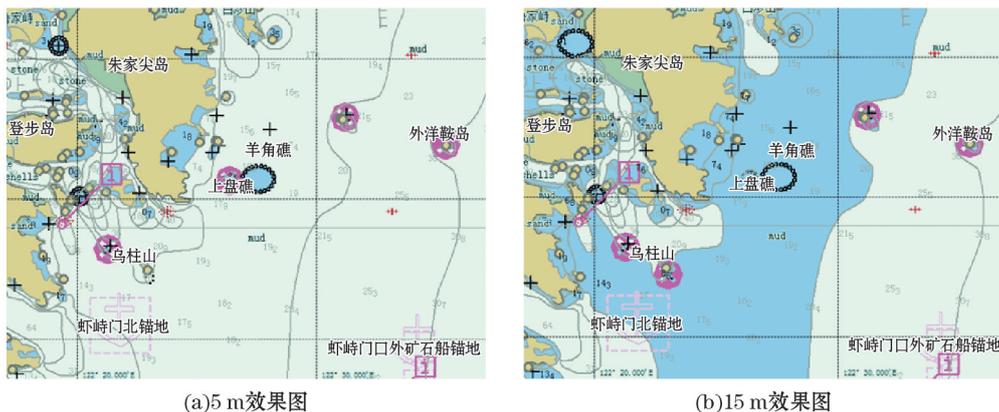


图 7 渔业作业等深线 5 和 15 m 效果图

Fig. 7 Effect drawings of 5m and 15m isobath lines for fishery safety operation

5 结 语

结合 IHO S-57 海图国际标准,采用 ECIVMS 商用组件,设计和实现了渔业电子海图系统,该系统作为海洋渔业信息化的基础载体和平台,具有如下优点:系统操作简单,能够快速显示海图和高效查询信息;可创建渔业专题层,标绘与显示渔业专题要素;支持风场、气温、气压等气象要素的显示并兼容遥感影像信息;提供全球主要港口的潮汐查询和预报。对于提高渔业作业的工作效率,保障航行安全具有重要意义。

随着对海洋三维地形、海洋生物资源等表达方法的进一步研究和优化,对多波束测量数据和鱼探仪数据的兼容和应用,以及配套网络服务设施的建设,将形成集渔业信息获取、存储、处理、表达、传输和发布的一体化平台,为现代海洋渔业安全生产、管理和研究提供更全面的信息服务。

参考文献:

- [1] MEADEN G. GIS in fisheries management: challenges and prospects[J]. *Automática E Instrumentación*, 2003, 32-33.
- [2] MEADEN G J, CHI T D. Geographical information systems: applications to marine fisheries[J]. Food & Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1996.
- [3] 巩沐歌. 国内外渔业信息化发展现状对比分析[J]. *现代渔业信息*, 2011, 26(12):20-24.
- [4] 邵全琴,周成虎,张明金,等. 海洋渔业电子地图系统软件与实现[J]. *水产学报*, 2001, 25(4):367-372.
- [5] 赵爱博,刘明,彭模. 渔业安全保障电子海图综合信息处理系统研究[J]. *科技咨询导报*, 2013(15): 232.
- [6] 夏思雨,李佩原,郭立新,等. 渔业电子海图手持终端的设计与实现[J]. *海洋测绘*, 2016(5):66-69.
- [7] 周旭光,陈崇成,蔡志明. 基于电子海图的海洋渔船导航系统设计与实现[J]. *交通标准化*, 2013(22):20-22.
- [8] RAGONESE S, VITALE S. Desirability of a standard notation for fisheries assessment[J]. *Agricultural Sciences*, 2013, 4(8):399-432.
- [9] 曾首英,闫雪,静莹. 我国渔业信息化发展现状与对策思考[J]. *现代渔业信息*, 2013, 28(1):20-26.
- [10] Transfer Standard for Digital Hydrographic Data (Edition 3.1): IHO S-57[S]. Monaco: The International Hydrographic Bureau, 2000.
- [11] 郑巧玲,张胜茂,樊伟. 海洋渔业专题图的研究应用现状[J]. *大连海洋大学学报*, 2015, 30(3): 340-344.
- [12] 龚彩霞,陈新军,高峰,等. 地理信息系统在海洋渔业中的应用现状及前景分析[J]. *上海海洋大学学报*, 2011, 20(6):902-909.
- [13] Specifications for chart content and display aspects of ECDIS(Edition 6.0): IHO S-52[S]. Monaco: The International Hydrographic Bureau, 2010.

Design and Implementation of Fishery Electronic Chart System Based on Component Technology

XIA Si-yu¹, GUO Li-xin^{1,2,3}, YANG Jia-wei¹, CHANG Liang^{1,2,3}

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. National Engineering Research Center for Oceanic Fisheries, Shanghai 201306, China;

3. Collaborative Innovation Center for Distant-water Fisheries, Shanghai 201306, China)

Abstract: The constitution, general scheme and functional model of a new fishery electronic chart system are presented based on the research of development status of fishery electronic chart system at home and abroad, and the key technologies and methods for developing this system by using Visual C++ 2010 development environment and ECIVMS component are introduced on the basis of the electronic chart with IHO S-57 chart international standard (i. e. the Transfer Standard for Digital Hydrographic Data). The design and implementation of the system show that several main functions such as display of chart object layer, query of fishery information, management of fishing database, isobath setting for fishery safety operation, loading of remote sensing image, real-time calculation of tide and superposition and display of sea state information are realized by the software, and basic support would be provided both for the fishery information networking and services and for the platform construction for the acquisition, storage, processing, expression, transmission and release of integrated information.

Key words: fishery; informatization; electronic chart system; IHO S-57